

PAT-NO: JP361010286A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 61010286 A  
TITLE: FORMATION OF BUMP  
PUBN-DATE: January 17, 1986

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
KOBAYASHI, MASANORI  
WADA, KUNIHICO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME FUJITSU LTD COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP59131706  
APPL-DATE: June 26, 1984

INT-CL (IPC): H01L039/24

US-CL-CURRENT: 29/599, 505/917

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a simple method for thickening both sides of the narrow part by keeping the micro dimensions of this part by a method wherein a substrate is coated with a metallic thin film, and a metal pattern having the narrow part in the middle is formed by patterning this metallic thin film; then, the narrow part is fused by passing current to this metal pattern in vacuum.

CONSTITUTION: The substrate 1 is coated with resist 9, which is then patterned into a shape of micro bridge of 5,000 $\mu$ m;

length and width at the narrow part by means of electron ray exposure. Next, a superconductive Pb thin film 1,000&angst; thick is evaporated as the metallic thin film 2, and bumps 7 and 8 are formed by fusing the narrow part with the flow of 0.5A step current to the narrow part in a vacuum of  $5 \times 10^{-6}$ . Then, a superconductive Pb thin film 1,000&angst; thick is evaporated as the metallic thin film 10 by covering the micro bridge part, and the metallic thin film 10 on the resist 9 is lifted off, when a micro bridge as shown by the drawing can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio

TDB-ACC-NO: NN77054746

DISCLOSURE TITLE: Single Chamber Photolithographic Display Tube. May 1977.

PUBLICATION-DATA: IBM Technical Disclosure Bulletin, May 1977, US

VOLUME NUMBER: 19

ISSUE NUMBER: 12

PAGE NUMBER: 4746 - 4747

PUBLICATION-DATE: May 1, 1977 (19770501)

CROSS REFERENCE: 0018-8689-19-12-4746

DISCLOSURE TEXT:

3p. This method for making a photolithographic display tube

(PLDT) target assembly uses less expensive materials, allows wide freedom in their choice, and achieves reduced voltage breakdowns and improved sensitivity.

The steps in the target fabrication are laid out in the diagram. Starting out with a NESAs\* coating on glass, a thin layer

(around 5 microns thick) of an organo-silicone resin, for example,

Glass Resin Type 650 of Owens-Illinois, is applied by spinning. Then

a film of copper, to 5 microns thick, is laid down by evaporation.

Photoresist layer No. (step 2) is applied by spinning. The

photoresist is exposed and developed, following which the Cu film is

etched away selectively. Reactive ion etching (RIE), employing D-E

100 gas of LFE Corp., for example, is used to remove the

organo-silicone selectively, with the copper serving as

a mask (step

3). RIE is used because it provides vertical walls and pronounced

undercut, both highly desirable for successful

lift-off, which will

be employed twice.

- Now  $\text{Al(2)O(3)}$  (or some other high resistivity, inert inorganic

refractory material) is vacuum-evaporated (or sputtered) onto the

surface to a thickness of around 5 microns; it must equal the

thickness of the organosilicone layer. The copper layer serves as a

mask again. Evaporation should be performed with a point source, or

equivalent (normal incidence deposition), to facilitate lift-off.

Thus, the posts are formed, as shown in step 4.

- The 90-degree walls and undercut in the organo-silicone layer

should yield easy lift-off (prevent joining of films), even for the

thick films used here.

- In step 5, the copper is etched away (for example, with an acid

etch), allowing the upper  $\text{Al(2)O(3)}$  film to float away.

The

briskness of the reaction guarantees complete dissolution of the

copper film. Thus, the copper was used simply as a release film, and

to assure that the organo-silicone surface was kept inviolate during

preceding operations. Also, the cleanliness of the surface and

freedom from debris are assured.

- Next, photoresist No. 2 is applied to a thickness no less than

micron. After exposure and development, it forms an interconnected

lattice, like a wire screen in two dimensions, as shown in step 5.

- Now  $\text{Al(2)O(3)}$  can be evaporated onto the surface, again from a

point source, with normal incidence. This forms the deforming

"membranes" of the target structure, and should be

about 3,000

Angstroms thick. Next, a thin film of aluminum, nickel or silver, of

about 300 Angstroms is evaporated onto the surface, forming the reflective layer.

- Now that the 3-dimensional microstructure is formed, the

"scaffolding" is removed. That is, the remaining photoresist No. 2

and the organosilicone are dissolved away. The latter may be done

with butyl acetate. The final structure is shown in step 6.

- Materials other than those identified in the drawing may be

used, as noted below:

a) In place of the copper film, use aluminum or other material

with which a vigorous chemical action would take place during its removal by a fairly strong acid or base for example. This assures parting and complete removal.

b) In place of  $Al(2)O(3)$  for the posts (and, later, the leaves),

$SiO(2)$ ,  $MgO$ ,  $MgF(2)$  and similar materials may be used.

A stable

inert, high resistivity material is desired which will show

excellent adhesive strength between post and leaves.

The

ability to withstand 500 Degrees C for one day without change is

also required.

c) Indium-tin oxide is a substitute for the NESA coating.

d) Instead of the organo-silicone, a polysulfone may be used.

e) Other release films and thin solvents may serve in place

of the copper.

One example is polyvinyl alcohol and water.

Another is polystyrene and ketones.

The following alternative procedures or designs should be noted:

a) A processing alternative is that the organo-silicone film

could be polished immediately following its laying down. The

reason is that the  $Al(2)O(3)$  forming the leaves is deposited on

the organo-silicone surface. Then the thin (300 Angstroms) aluminum reflecting layer is evaporated onto the  $Al(2)O(3)$ .

This layer

must be highly planar, with distortion not to exceed 0.2

degrees, because of its optical function. Obviously, it can

be no better than the surface of the original organo-silicone layer.

b) Instead of polishing the organo-silicone layer, a film of that

material is laid down on MYLAR\*\*, and then transferred to the

NESA-coated glass substrate.

Thus, the fine, planar MYLAR surface is replicated.

c) Ultrasonic agitation, along with some of the steps, is also

contemplated. In particular, step 5 is improved in this manner.

d) RIE is used instead of etching the Cu by a reagent in step 2.

In such case, this step is followed by changing the atmosphere

and parameters so as to RIE the organo-silicone film, as

called for in step 3, to reduce some handling and processing time.

e) The very first step could be to use photolithography to etch

away the NESA coating around the future posts so as to provide

greater isolation and, therefore, insulation against breakdown.

This would only be necessary in the unlikely event that even

these high-capacity microstructures are troubled by breakdown.

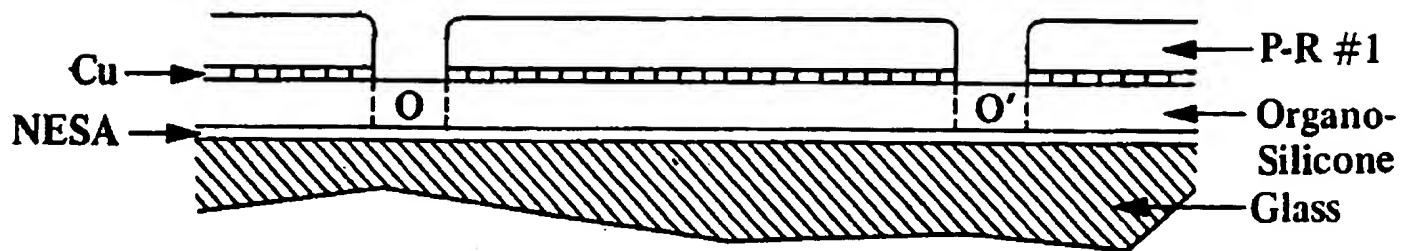
\* Trademark of Pittsburgh Plate Glass Co.

\*\* Trademark of E. I. du Pont de Nemours & Co.

SECURITY: Use, copying and distribution of this data is

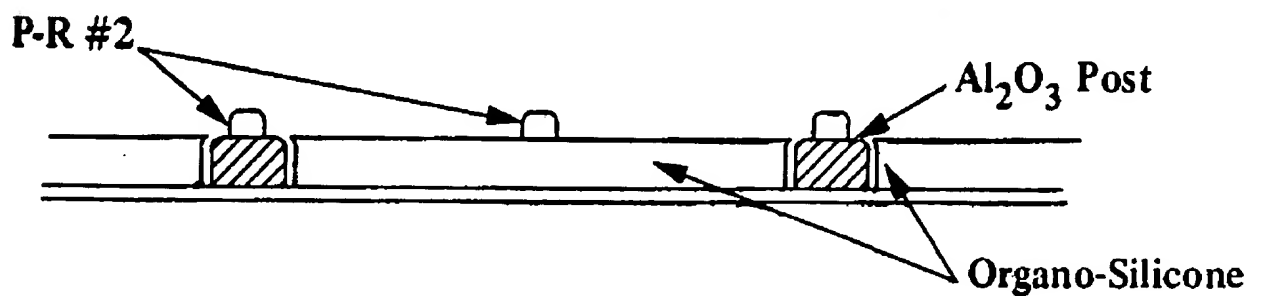
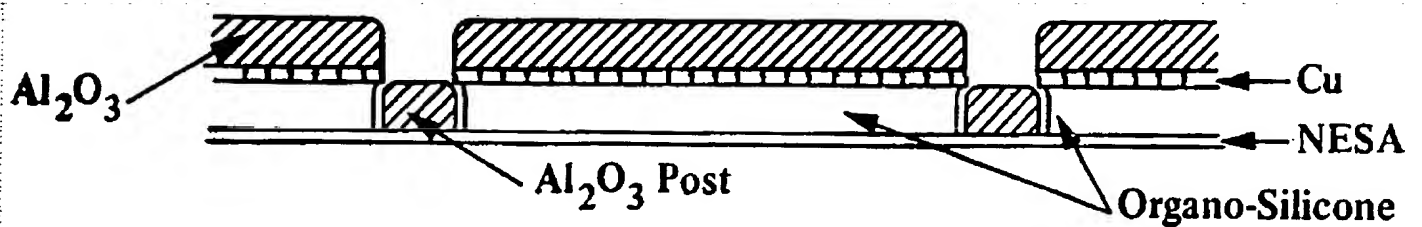
subject to the  
restictions in the Agreement For IBM TDB Database and  
Related Computer  
Databases. Unpublished - all rights reserved under the  
Copyright Laws of the  
United States. Contains confidential commercial information  
of IBM exempt  
from FOIA disclosure per 5 U.S.C. 552(b)(4) and protected  
under the Trade  
Secrets Act, 18 U.S.C. 1905.

COPYRIGHT STATEMENT: The text of this article is  
Copyrighted (c) IBM  
Corporation 1977. All rights reserved.

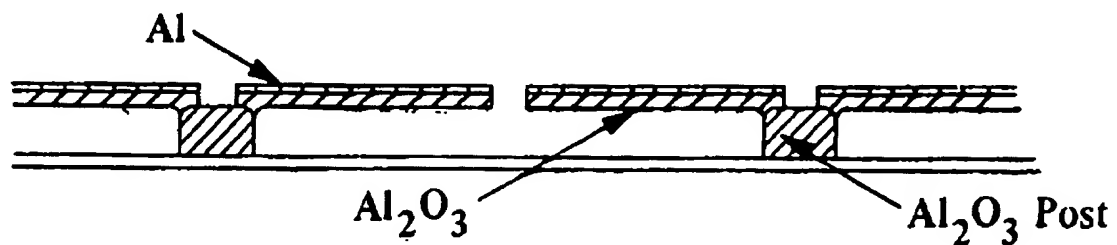


3. Reactive Ion Etch to Remove Organo-Silicone at O, O', Providing Undercutting.

4. Evaporate  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Thereby Forming Posts.



6. Evaporate  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and Al. Remove Resist and Organo-Silicone.





⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-10286

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)1月17日

H 01 L 39/24

7131-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑭ 発明の名称 パンプ形成方法

⑯ 特 願 昭59-131706

⑰ 出 願 昭59(1984)6月26日

⑱ 発 明 者 小 林 正 典 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内  
⑲ 発 明 者 和 田 邦 彦 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内  
⑳ 出 願 人 富 士 通 株 式 有 限 公 司 川崎市中原区上小田中1015番地  
㉑ 代 理 人 弁 理 士 松 岡 宏 四 郎

明 細 書

1. 発明の名称

パンプ形成方法

2. 特許請求の範囲

基板上に金属薄膜を被着し、該金属薄膜をパターンニングして中央部にくびれを有する金属パターンを形成し、真空中で該金属パターンに電流を流して該くびれ部分を溶断して該金属薄膜のパンプを形成することを特徴とするパンプ形成方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はジョセフソン素子等に用いられるサブミクロン級のくびれ部を有するマイクロブリッジにパンプ(導電層の隆起部)を形成する方法に関する。

(従来の技術)

第3図は従来例によるマイクロブリッジの斜視図である。

図において、基板1上にサブミクロン程度の厚さの超伝導金属薄膜2を蒸着し、中央部にサブミ

クロン程度の長さLと幅Wのくびれを有する図示の形状のマイクロブリッジを電子線露光を用いたパターンニングにより形成する。

くびれの両側にインジウムを圧着して電流端子3、4と、電圧端子5、6を形成する。

上記構造のマイクロブリッジ型のジョセフソン素子を臨界温度以下に下げ、くびれ部にマイクロ波を照射するとジョセフソン効果があらわれ、第4図のようにジョセフソン素子の電流I-電圧V特性はジョセフソン・ステップまたはShapiro Stepと呼ばれる階段状の特性を示す。この場合各ステップの電圧Vは次式に示されるように、照射したマイクロ波の周波数fにより一義的に決まるので、電圧標準として用いられる。

$$V = hf / 2e,$$

ここに、hはPlanck常数、eは素電荷をあらわす。

このようなマイクロブリッジ道においては、くびれ部で超伝導が保持できなくなって常伝導になりジョセフソン効果をあらわす。ジョセフソン

効果は常伝導領域が長くなると起きなくなり、またくびれの形状によってあらわれるジョセフソン・ステップの数が異なる。

例えば超伝導材料として鉛(Pb)を用いると、臨界温度7.2K以下で、照射したマイクロ波の周波数が10GHzで20μV毎のステップが得られる。ステップ数が100であれば、100倍の2mVの電圧標準が得られる。

あるいは逆にステップの電圧Vを測定して照射したマイクロ波の周波数fを正確に知ることができる。

さらにSQUID(Super Quantum Interference Device)として生体等より得る微小磁場の測定に利用できる。

以上のようにマイクロブリッジ型のジョセフソン素子は種々の用途に用いられるが、ジョセフソン・ステップの数が多くなるような構造が望まれる。そのためにはくびれ部の両側を厚くし、従来の1次元的なくびれを2次元的なくびれにすればよいことが確かめられている。

のバンパはジョセフソン素子の他に基板上のコネクタとして利用できる。

#### (実施例)

第1図は本発明によるマイクロブリッジの斜視図である。

図において、基板1上に金属薄膜2としてサブミクロン程度の厚さの超伝導薄膜を蒸着し、中央部にサブミクロン程度の長さを持つくびれの両側にバンパ7、8が形成されている。

第2図は本発明によるマイクロブリッジの製造方法を工程順に示す断面図である。図は第1図のA-A断面を示す。

第2図(a)において、基板1の上に、レジスト9を被着し、電子線露光を用いてくびれ部の長さおよび幅がそれぞれ5000Åのマイクロブリッジの形状にパターンニングする。

第2図(b)において、金属薄膜2として厚さ1000Åの超伝導Pb薄膜を蒸着し、 $5 \times 10^{-6}$ の真空中でくびれ部に0.5Aのステップ状電流を流してくびれ部を溶解してバンパ7、8を形成する。

#### (発明が解決しようとする問題点)

マイクロブリッジ構造において、くびれ部の微小寸法を保持して、その両側を厚くする製造技術的に効果のある簡易な方法はなかった。

#### (問題点を解決するための手段)

上記問題点の解決は、基板上に金属薄膜を被着し、該金属薄膜をパターンニングして中央部にくびれを有する金属パターンを形成し、真空中で該金属パターンに電流を流して該くびれ部分を溶解して該金属薄膜のバンパを形成する本発明によるバンパ形成方法により達成される。

#### (作用)

金属薄膜よりなるマイクロブリッジのくびれ部を、真空中で電流を流してジュール熱により溶解すると、熔融した金属は表面張力により、くびれの両側に2個のバンパを形成する。

形成された2個のバンパを覆って金属薄膜を被着してパターンニングすれば3次元のくびれは簡単に形成できる。

また本発明により形成されたマイクロブリッジ

第2図(c)において、マイクロブリッジ部を覆って金属薄膜10として厚さ1000Åの超伝導Pb薄膜を蒸着し、レジスト9上の金属薄膜10をリフトオフすると第1図に示されるマイクロブリッジを得ることができる。

#### (発明の効果)

以上詳細に説明したように本発明によれば、マイクロブリッジ構造において、くびれ部の微小寸法を保持して、その両側を厚くする簡易で確実な方法が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明により製造されたマイクロブリッジの斜視図、

第2図は本発明によるマイクロブリッジの製造方法を工程順に示す断面図、

第3図は従来例によるマイクロブリッジの斜視図、

第4図はジョセフソン素子の電流-電圧特性を示す図である。

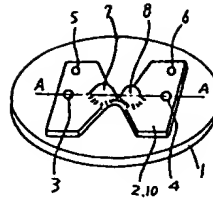
図において、

1 は基板、 2, 10 は金属薄膜、  
 3, 4 は電流端子、 5, 6 は電圧端子、  
 7, 8 はパンプ、 9 はレジスト  
 を示す。

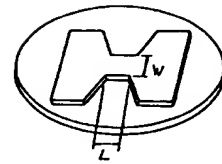
代理人 弁理士 松岡宏四郎



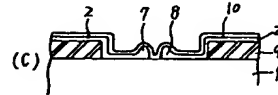
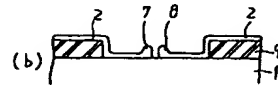
第 1 図



第 3 図



第 2 図



第 4 図

